

◇ 生 物

生8-1～生8-13まで13ページあります。

第1問 酵素の実験に関する次の文章を読み、下の問い（問1・2）に答えよ。

実験1

- ① 3本の試験管（A, B, C）に3%過酸化水素水を5 mLずつ入れた。
- ② Aには石英の粒，Bには二酸化マンガン，Cには肝臓片を加えた。
- ③ 室温（25℃）で試験管内の状態を観察した。

実験2

- ① 5本の試験管（D, E, F, G, H）を用意し，Dには3%過酸化水素水を5 mL，Eには3%食塩水を5 mL，Fには3%砂糖水を5 mL，Gには3%アンモニア水を5 mL，Hには3%デンプン水溶液を5 mL入れた。
- ② すべての試験管に肝臓片を同量ずつ加えた。
- ③ 室温で各試験管内の状態を観察した。

実験3

- ① 7本の試験管（I, J, K, L, M, N, O）すべてに3%過酸化水素水を5 mLずつ入れた。
- ② I, J, K, Lの試験管は室温に置き，M, N, Oの試験管は80℃に保温した。
- ③ IとMには二酸化マンガン，JとNには肝臓片，Kには沸騰浴（100℃）で10分間処理した二酸化マンガン，Lには沸騰浴（100℃）で10分間処理した肝臓片を加えた。Oには何も加えなかった。
- ④ ②の温度条件下で各試験管内の状態を観察した。

問1 次の文章中の空欄 **ア** ～ **カ** に当てはまる語，記号あるいは化学式を答えよ。ただし， **オ** には当てはまるすべての試験管の記号を答えよ。

実験1 において，B，Cの試験管では気泡の発生が見られた。この気泡は **ア** であり，このときの化学反応式は **イ** と表される。この結果より，肝臓片には上記反応を触媒する **ウ** という酵素が存在することがわかる。

実験2 の結果，気泡の発生が見られた試験管はDのみであった。この**実験2** は酵素の **エ** という性質を調べるために行った実験と考えられる。

実験3 において，試験管Oに比べて多くの気泡の発生が見られた試験管は **オ** である。また，試験管L，Nの結果は酵素の **カ** によるものと考えられる。

問2 酵素には細胞の中ではたらくもの（細胞内酵素）と，あらかじめ決められた細胞から外に分泌されてはたらくもの（細胞外酵素）の2種類がある。細胞外酵素の例を一つあげ，その酵素のはたらきについて20字以内で説明せよ。

第2問 次の発生に関する文章（A・B）を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

A 多細胞生物の真核生物において、分化の現象は成体においてよりむしろ個体発生の過程で大規模に観察される。この分化は、細胞固有のタンパク質合成の誘導とア決定という過程がきわめて重要である。

決定がどのように起こるか調べると、一つは、卵割における決定関連物質の不均衡配分による場合である。もう一つは誘導現象のように、細胞や細胞集団間の相互作用により決定される場合である。この両方の機構の軽重をともなった組合せが生物個体の発生を進行させていく。決定物質の特定領域への配分という考え方はモザイク的発生となじみやすく、カエルのような両生類の胚でもモザイク的発生が起こることを示す実験が1888年に、ルーによって報告された。しかし、それから間もなくウニ卵を使って調節卵の存在が報告され、両生類の卵でも2細胞期のような発生初期には調節的発生を行うことが確認された。

この調節的発生の研究のなかで、受精卵に新たに生ずる特別な場所（灰色三日月環，図1）の役割が注目されるようになり、誘導による決定の概念が生まれた。

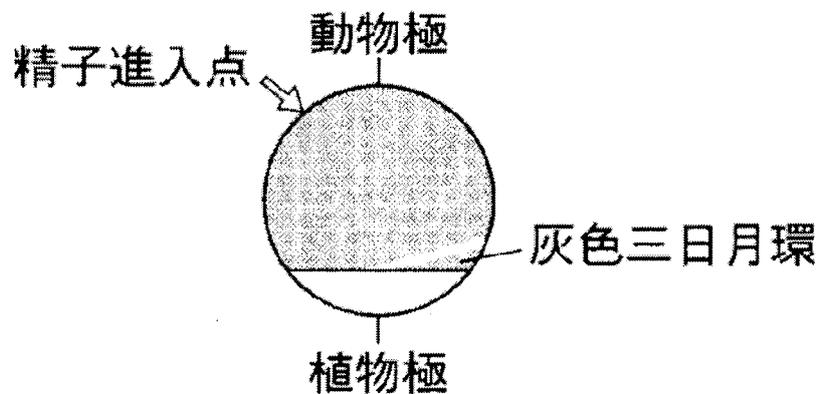


図1 灰色三日月環（模式図）

問1 下線部アで示されている決定が進行するにつれて、胚の調節能は一般的にどのようなになると考えられるか。25字以内で答えよ。

問2 下線部イの卵割を特徴づける説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 卵割は必ず胚全体に及ぶ。
- ② 卵割が進行すると割球はしだいに小さくなる。
- ③ 分裂のたび、胚の大きさも大きくなる。
- ④ 受精時に減数分裂をともなう。
- ⑤ 細胞分裂ではなく、細胞質が細かく分裂する現象である。

問3 ルーの実験（下線部ウ）は、熱した針で2細胞期の胚の片方の割球を破壊し、その後の胚の発生を観察したところ、破壊をまぬがれた片方が半分の神経胚（半胚）を形成したという内容だった（図2）。次の問い（a・b）に答えよ。

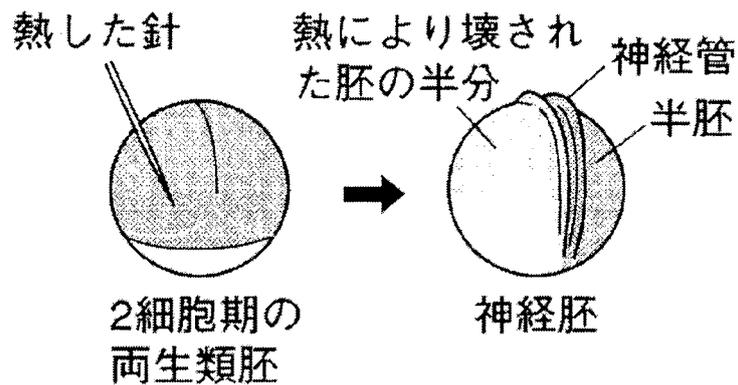


図2 ルーの実験（模式図）

a) この実験で、もし調節卵としての性質が現れるとすれば、神経胚以降の発生はどのようにになると考えられるか。次の文中の空欄に当てはまる語句を10字以内で答えよ。

半胚は、普通の半分ほどの大きさではあるが、にまで発生する。

b) 下線部ウの実験結果は、結局どのように解釈されるべきか。その後に行われた下線部エの実験結果をふまえて結論される内容として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 両生類の卵は、この時期にはモザイク卵としての特性のみを示す。
- ② 両生類の卵は、この時期には調節卵としての特性のみを示す。
- ③ 熱損傷がとなりの割球にもおよび、そのため完全な胚を形成できなかった。
- ④ 熱損傷した割球を切り離さなかったため、それとの接触が調節卵としての発生を妨げてしまった。

B 上の文章 A の下線部エの実験として有名なものに、スーパーマンが行った 2 細胞期の両生類胚を分離した実験がある。この実験では、第一卵割面で 2 つの割球に分離したとき、それぞれの割球が灰色三日月環を含む場合は、完全な幼生が発生してくることが確認された。しかし、第一卵割面で 2 つの割球に分離しても、異常卵割によって生じた灰色三日月環を含まない割球では、胚としての特徴をもたない細胞の塊となり、灰色三日月環を含む割球だけが正常な胚を形成することがわかった。

問 4 灰色三日月環は、初期原腸胚のどの部分に相当するか。その名称を答えよ。

問 5 2 細胞期に分離された各割球が、幼生にまで発生するための条件を示した文である。空欄に当てはまる語を答えよ。

どちらの割球も を含むこと。

第3問 遺伝に関する文章 (A・B) を読み、下の問い (問1~3) に答えよ。

A ヒトのエタノールに対する感受性に関わる1対の対立遺伝子 (D , d) がある。この遺伝子型とエタノールに対する感受性には、表1に示すような関係がある。エタノールに対する感受性が高いと、エタノールを皮膚に塗った後の皮膚の赤みがより強く、長く続く。

表1 遺伝子型とエタノールの感受性の関係

遺伝子型	エタノールに対する感受性
DD	高
Dd	高
dd	低

問1 エタノールに対する感受性が、上の文章中の1対の対立遺伝子 (D , d) のみで決まっていると仮定する。このとき、エタノールに対する感受性が高い1組の両親から、エタノールに対する感受性が低い子が生まれる確率はいくらか。両親の遺伝子型の組合せごとにすべて答えよ。

問2 D 遺伝子のある領域 X での DNA 構成単位 (A, T, C, G) の配列は、2本鎖 DNA の一方の鎖において、「CTGAATCGTT」だった。2本鎖 DNA に含まれる構成単位「G」と「C」の領域 X 内での割合は何%か。

B バクテリオファージの一種である T2 ファージ（ファージ）は DNA とタンパク質からなり，大腸菌に感染して増殖する。ファージと大腸菌を培養液中で混合するとファージは大腸菌の表面に吸着し，大腸菌内に DNA を注入する。両者を混合してから 20～30 分後に，多数の子ファージが大腸菌を壊して出てくる（図 1）。このようなファージの増殖について調べるために，次の**実験 1**を行った。

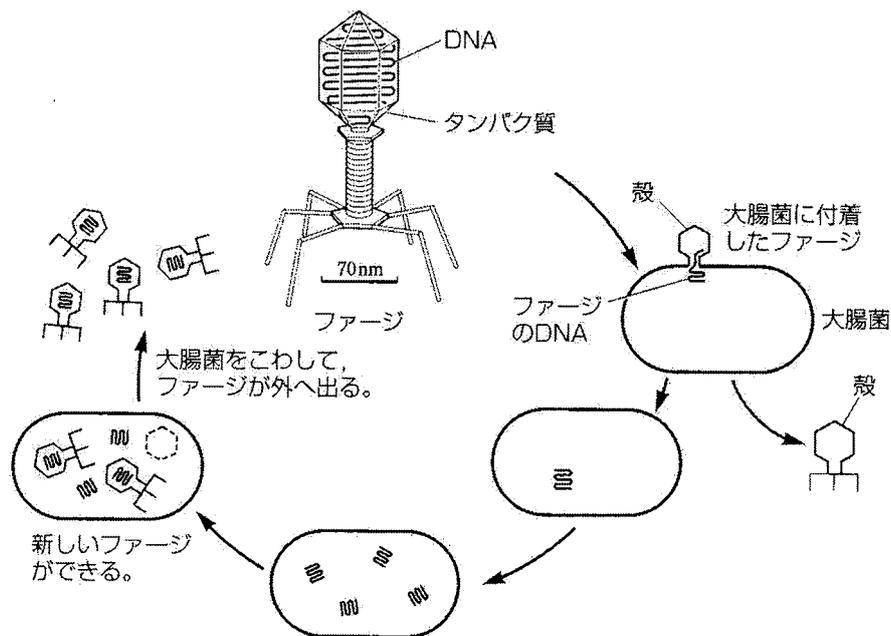


図 1 ファージの大腸菌への感染と増殖

実験 1 ファージの DNA を物質 X で，タンパク質を物質 Y でそれぞれ標識（目印をつける）した。物質 X と物質 Y で標識したファージと，物質 X も物質 Y も持たない大腸菌を培養液中で混合し，5 分後にこの試料を 2 本の試験管（試験管 a と試験管 b）に分けた。

試験管 a の試料は，すぐに遠心分離により大腸菌を沈殿させ，試験管内の物質 X の総量に対する上澄み中の物質 X の割合と，試験管内の物質 Y の総量に対する上澄み中の物質 Y の割合をそれぞれ調べ，表 1 の試験管 a 欄にまとめた。

一方，試験管 b の試料は，すぐに激しく攪拌したあと，試験管 a の試料と同様に遠心分離を行い，試験管内の物質 X の総量に対する上澄み中の物質 X の割合と，試験管内の物質 Y の総量に対する上澄み中の物質 Y の割合をそれぞれ調べ，表 1 の試験管 b 欄にまとめた。なお，大腸菌に吸着していないファージは，遠心分離を行っても沈殿しない。

表 1 実験 1 の結果

	試験管 a	試験管 b
上澄み中の物質 X の割合	5%	8%
上澄み中の物質 Y の割合	5%	93%

問 3 次の文章は、実験 1 の結果から推定されることについて述べたものである。文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる数値をそれぞれ答えよ。ただし、試験管 a と試験管 b では、ファージの吸着や DNA の注入などに差はなく、どのファージも物質 X を同じ量含み、物質 Y を同じ量含むものとする。

実験 1 では、用いたファージの **ア** % が大腸菌に吸着したと考えられる。また、用いたファージのうち **イ** % が、吸着はしたが激しく攪拌されることによって DNA を含んだまま大腸菌から引き離され、用いたファージのうち **ウ** % が DNA を含んでいないタンパク質だけになって大腸菌から引き離されたと考えられる。激しく攪拌したあとでも、用いたファージのうち 7% が大腸菌から引き離されずに残っており、その中には DNA を含むものと含まないものがあると考えられる。

第4問 ヒトの血糖調節に関する次の文章を読み、下の問い(問1~5)に答えよ。

空腹時に、体重1 kgあたり約1 gのグルコースを摂取させたのち、一定時間ごとに血糖量を調べた。健康なヒトの血糖量は、多量のグルコースを摂取すると一時的に上昇するが、ア約2時間後には、ほぼ正常な値に戻る。一方、(A)のヒトは恒常的に血糖量が健康なヒトより高く、多量のグルコースを摂取した場合、血糖量は健康なヒトの2倍以上に達し、イ数時間たっても容易に初めの値に戻らない。

問1 健康なヒトの血糖量は、通常、100 mLあたり約何 mg か。

問2 下線部アのように、グルコース摂取によって上昇した血糖量が、比較的早く、ほぼ正常な値に戻る理由は何か。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 副腎からホルモンが分泌され、グルコースが分解される。
- ② 膵臓から^{すい}ホルモンが分泌され、グルコースが細胞内に取り込まれる。
- ③ 腎臓のはたらきによって、グルコースが尿の中に排出される。
- ④ 筋肉中でグルコースから乳酸への分解が促進される。

問3 下線部イのように、高血糖量が容易に正常な値に戻らない理由は何か。適当なものを、次の①~⑧のうちから二つ選び、番号で答えよ。

- ① 糖質コルチコイドの量が不足している。
- ② グルカゴンの量が不足している。
- ③ アドレナリンの量が不足している。
- ④ インスリンの量が不足している。
- ⑤ 血液中から細胞内にグルコースを運ぶ過程が十分にはたらかない。
- ⑥ グリコーゲン^{グリコーゲン}を分解する過程が十分にはたらかない。
- ⑦ 血液中から尿中にグルコースを排出する過程が十分にはたらかない。
- ⑧ 交感神経の伝達に欠陥がある。

問4 空欄（ A ）に当てはまる病名を答えよ。

問5 （ A ）のヒトは、食事をした時などに血糖量を下げたためのホルモンを注射するが、このホルモンを口から与えても効果がないのはなぜか。その理由を70字以内で答えよ。

第5問 環境と植物の反応に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

植物体は、土壌中の水を根のおもに **ア** から吸収し、吸収された水は茎を通して葉に運ばれる。葉の表面は表皮細胞からなり、さらに **イ** でおおわれていることが多く、葉の表面から直接蒸発する水分は少ない。水の蒸散は葉の表皮にある気孔を通して行われており、気孔が開いていると水が蒸散し、植物体の温度の **ウ**。しかし、水分が不足してくると植物体は気孔を閉じて水分の減少を防ぐ。この現象にはアブシシン酸が関与している。植物周辺の水分量の変化と気孔の閉鎖におけるアブシシン酸のはたらきを調べる目的で、次の**実験1**を行った。

実験1 ある植物の野生系統 W とアブシシン酸をほとんどつくることのできない系統 D を使い、地上部と地下部の間で図1に示すような組合せの接ぎ木植物を作成した。図1においては、系統 W の植物を白で、系統 D の植物を黒で示した。また、それぞれの接ぎ木植物の組合せ（地上部の系統／地下部の系統）を、W/W、D/D、W/D、D/W のように表記した。

これらの接ぎ木植物について、葉からの蒸散量を測定した。測定を開始して12時間目までは十分に水を与え、その後水やりを停止した。この間の時間経過に伴う蒸散量の変化を図2に示した。また、水やり停止直前、および、停止後12時間目に地上部の葉と地下部の根に含まれるアブシシン酸量を測定し、その結果を表1にまとめた。

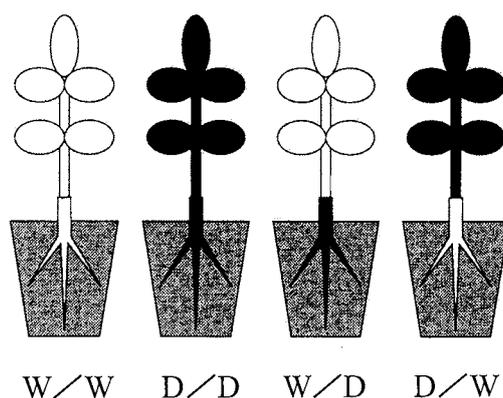


図1 接ぎ木植物の組合せ（模式図）

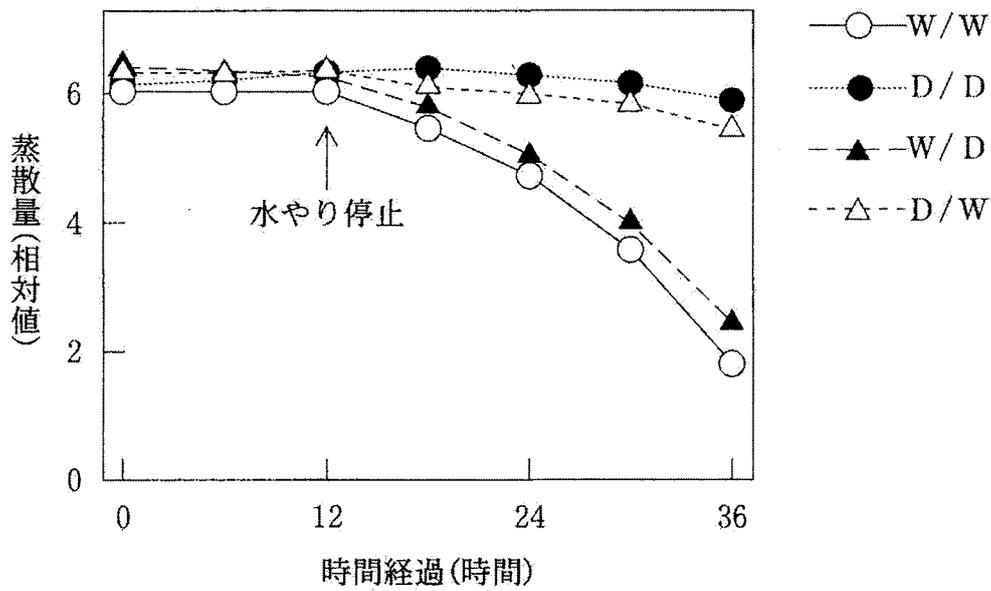


図2 各接ぎ木植物の葉からの蒸散量の変化

表1 各接ぎ木植物における葉と根の水やり停止前後のアブシシン酸量(相対値)

測定時期	器官	接ぎ木の組合せ			
		W/W	D/D	W/D	D/W
水やり停止直前	葉	12	0	11	0
	根	2	0	1	2
水やり停止後12時間目	葉	150	0	148	2
	根	34	0	30	4

問1 空欄 **ア** に当てはまる語は何か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 根冠 ② 頂端 ③ 表皮 ④ 皮層 ⑤ 根毛

問2 空欄 **イ** に当てはまる語を答えよ。

問3 空欄 **ウ** に当てはまる語句は何か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 上昇が抑えられる ② 上昇が促進される
- ③ 低下が抑えられる ④ 低下が促進される
- ⑤ 変化はない

問4 下線部 **エ** に関して、気孔が閉じる仕組みについて、説明した次の文の空欄 **オ** と **カ** に当てはまる語をそれぞれ答えよ。

植物体の水分が **オ** すると、膨圧の **カ** によって孔辺細胞が変形するために気孔が閉じる。

問5 表1に示された結果と一致する記述はどれか。適当なものを、次の①～⑤のうちから二つ選び番号で答えよ。

- ① 水やり停止後どの組合せの接ぎ木植物でも、アブシシン酸の生産は葉よりも根のほうが盛んである。
- ② 地上部が系統 D であれば、地下部が系統 W でもその植物はアブシシン酸をほとんどつukれない。
- ③ 地上部が系統 W であれば、水やり停止前でも、水やり停止 12 時間目と同程度の量のアブシシン酸が葉および根に含まれる。
- ④ 水やり停止 12 時間目では、地上部か地下部のいずれかが系統 D であれば、葉でも根でもアブシシン酸量はほとんど増加しない。
- ⑤ 水やり停止 12 時間目では、地下部が系統 W でも系統 D でも、地上部が系統 W であれば、葉でも根でもアブシシン酸量は大きく増加する。

問6 実験1の結果から考察される、土壌水分の変化と植物体のアブシシン酸生産が気孔の開閉と蒸散量に与える影響について説明せよ。(60字以内)